

**DialogIP**

---

**CAPACITY TYPE ELECTROMAGNETIC FLOWMETER**

**Publication Number:** 05-172600 (JP 5172600 A) , July 09, 1993

**Inventors:**

- TORIMARU TAKASHI
- SANO TAKASHI
- KUROMORI KENICHI
- MATSUNAGA YOSHINORI

**Applicants**

- YOKOGAWA ELECTRIC CORP (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)

**Application Number:** 03-338453 (JP 91338453) , December 20, 1991

**International Class (IPC Edition 5):**

- G01F-001/58
- G01F-001/60

**JAPIO Class:**

- 46.1 (INSTRUMENTATION--- Measurement)
- 24.1 (CHEMICAL ENGINEERING--- Fluid Transportation)

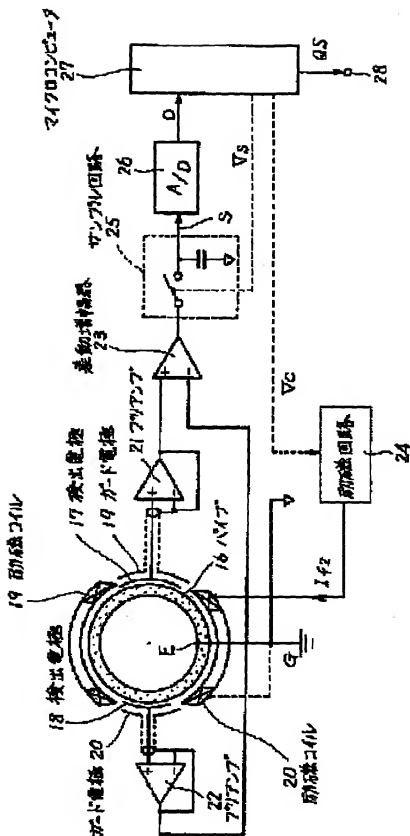
**JAPIO Keywords:**

- R131 (INFORMATION PROCESSING--- Microcomputers & Microprocessors)

**Abstract:**

**PURPOSE:** To contrive the improvement of a noise-signal ratio and responsibility by making a pipe for passing measurement fluid of insulating material and shielding the whole of an excitation coil for supplying a magnetic field to the measurement fluid at by reference potential.

**CONSTITUTION:** A pipe for passing measurement fluid is made of insulating material such as ceramic or vinyl chloride resin. Detection electrodes 17, 18 are insulated from the measurement fluid in sense of direct current and arranged on the outer face of the pipe 16 or in pipe wall. A pair of excitation coils 19, 20 are arranged on the outer face of the pipe 16, electrostatic shield is applied on the outer face thereof and connected to an earth electrode G which is reference potential. When excitation current  $I_f$ (sub 2) is allowed to flow in the coils 19, 20 from an excitation circuit 24 due to the control of a microcomputer 27, a squarewave magnetic flux is applied to the measurement fluid. Because higher signal voltage than a square-wave commercial frequency is generated on the inner face of the pipe 16 corresponding to the electrodes 17, 18 when the measurement fluid is allowed to flow in the insulation pipe 16, the voltage is detected by the use of the electrodes 17, 18. (From: *Patent Abstracts of Japan*, Section: P, Section No. 1632, Vol. 17, No. 585, Pg. 103, October 25, 1993 )



JAPIO

© 2003 Japan Patent Information Organization. All rights reserved.

Dialog® File Number 347 Accession Number 4180900

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2932448号

(45) 発行日 平成11年(1999) 8月9日

(24) 登録日 平成11年(1999) 5月28日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

G 0 1 F 1/58

識別記号

F I

G 0 1 F 1/58

D

L

1/60

1/60

請求項の数 2 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平3-338453

(22) 出願日 平成3年(1991)12月20日

(65) 公開番号 特開平5-172600

(43) 公開日 平成5年(1993)7月9日

審査請求日 平成9年(1997)10月28日

(73) 特許権者 000006507

横河電機株式会社

東京都武蔵野市中町2丁目9番32号

(72) 発明者 島丸 尚

東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横

河電機株式会社内

(72) 発明者 佐野 孝史

東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横

河電機株式会社内

(72) 発明者 黒森 健一

東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横

河電機株式会社内

(74) 代理人 弁理士 渡辺 正康

審査官 江塚 政弘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 容量式電磁流量計

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 測定流体を流すための絶縁性物質で作られたパイプと、この測定流体に磁場を供給するために配置され基準電位で全体がシールドされた励磁コイルと、前記測定流体に発生した信号電圧を静電容量を介して検出する検出電極と、この検出電極とは絶縁されこの検出電極を全体的に覆って配置されたガード電極と、前記信号電圧を検出し前記ガード電極に前記信号電圧と同電位の電圧を付与する信号検出手段と、2値以上の定常値を持ち繰り返し周期が120ヘルツ以上の励磁電流を前記励磁コイルに供給する励磁手段と、この励磁電流が各定常値に到達する毎に前記信号電圧をサンプリングして流量を演算する演算手段とを具備することを特徴とする容量式電磁流量計。

【請求項2】 第1請求項に記載の励磁手段は2値以上の

2

定常値を持ち繰り返し周期が120ヘルツ以上で商用電源周波数の偶数倍の周波数の励磁電流を前記励磁コイルに供給するようにしたことを特徴とする容量式電磁流量計。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、静電容量を介して信号電圧を検出する容量式電磁流量計に係り、特に、信号対雑音の比率を改良した容量式電磁流量計に関する。

【0002】

【従来の技術】 電磁流量計は、ノイズの影響を除去して安定な流量信号を得るために各種の努力がなされているが、このノイズの原因は各種存在し、これらに対して対応する除去手段も異なり、これによって各種の形式の電磁流量計が存在する。

10

3

【0003】その1つに、電磁流量計の励磁コイルに流す励磁電流の周波数として50Hz或いは60Hzなどの商用周波数を採用する商用周波形の電磁流量計がある。この商用周波形の電磁流量計は、励磁電流によって発生した商用周波数の磁場を、内面が絶縁物でライニングされた金属性のパイプを介して、測定流体に印加してこの測定流体によって発生した信号電圧の商用の周波数成分を測定流体に接続する検出電極で検出する。

【0004】具体的には、このタイプの電磁流量計の検出部は図2に示すように、一对の金風製の検出電極10、11が固定され内面が絶縁性のライニング12で覆われた金属性のパイプ13の外側に励磁コイル14、15が配置された構成となっている。

【0005】この励磁コイル14、15には図示しない励磁回路から商用周波数の励磁電流 $I_1$ が流され、図に示すようにパイプ13の外側から磁束Bを測定流体に印加するように構成されている。このような交流励磁方式を用いることにより、測定流体に接続する検出電極に生じる直流の分極電圧の影響を除去して安価な構成で流量を測定することができる。

【0006】第2のタイプの電磁流量計として、例えば特開昭54-33862号公報に開示されているような容量式の電磁流量計がある。この容量式の電磁流量計は、商用周波数の磁束を測定流体に印加し、この測定流体に接触しないように絶縁性のパイプの外側に配置された検出電極で信号電圧を検出する。つまり、信号電圧を測定流体と検出電極との間に形成される静電容量を介して検出する。このような方式を採用することにより、測定流体に検出電極が接触することにより生じる電極の汚れに起因するゼロ点変動の影響を除去することができる。

【0007】第3のタイプの電磁流量計として、例えば特開昭49-29676号公報に開示されているような低周波励磁形の電磁流量計がある。この方式は、商用周波数を例えば8分の1に分割した6.25Hzとして、これを励磁コイルに流して低周波の磁束とこれを測定流体に印加するようにしたものである。このような構成により、電磁誘導に起因して発生する微分ノイズによるゼロ点変動の影響を除去しようとするものである。

【0008】更に、この低周波励磁形の電磁流量計において、商用周波数のノイズが混入したときに生じる「うなり」周波数で出力が動揺するのを避けるために、例えば特開昭52-43695号公報に開示されているように、励磁電源の周波数を商用周波数の偶数分の1に同期させた発振器により制御するようにしたものである。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、以上のような各種の電磁流量計は、次に説明するような問題がある。第1のタイプの商用周波形の電磁流量計は、商用周波数で励磁するので安価に構成できる利点はあるが、

4

ゼロ点が経時的に変動して安定な流量信号の検出をすることができないという問題があった。

【0010】このようにゼロ点を変動させる原因としては、例えば、次に説明する(イ)、(ロ)の原因がある。

(イ) 商用周波の磁束の時間変化によって誘起される変成器成分によるノイズに起因するもの。図2に示すように金属性のパイプが用いられているので、パイプ13に渦電流 $I_2$ が誘起され、この渦電流 $I_2$ により励磁コイル14、15による磁束Bを打ち消す方向に反磁場を作る。このため励磁電流 $I_1$ が一定値に達した後も磁束Bの時間微分成分を有し、これが変成器成分のノイズとなる。

【0011】この渦電流 $I_2$ はパイプ13の導電率と渦電流 $I_2$ のループで作るインダクタンスで決まる時定数で減衰するが、金属製のパイプのときはこの減衰に時間がかかり、実質的100Hz程度以上の励磁は困難である。

【0012】また、パイプ13の導電率は温度によって変動し、渦電流 $I_2$ の減衰時定数も変化するもので、磁場の時間微分成分のテール部の大きさが変動し、これがゼロ点の不安定要因となる。この関係を図で示すと図3のようになる。ここで図3(a)は励磁電流 $I_1$ の波形、図3(b)は渦電流 $I_2$ の波形、図3(c)は磁束Bの時間微分成分の波形を示す。

【0013】(ロ) 電磁誘導によって測定流体中に誘起された渦電流が検出電極に流入し、この検出電極の電極インピーダンスにより位相シフトを起して発生する測定流体の渦電流成分ノイズに起因するもの。

【0014】図4を参照して説明する。導電性を有する測定流体に商用周波数の交流磁束を印加するので、測定流体中に渦電流 $I_3$ が誘起される。この渦電流 $I_3$ は磁束Bの時間変化によって発生する起電力 $e_3$ に起因して誘起され、磁束Bの時間変化がゼロになると渦電流が形成されるループの時定数で速やかに減衰する。

【0015】しかし、検出電極10、11が測定流体に接しているとき検出電極10、11の表面に形成されるコンデンサ $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$ 、 $C_4$ 、流体抵抗 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ によって、検出電極10、11の表面で渦電流 $I_3$ による電荷の蓄積、放電が行われ、渦電流 $I_3$ に対して遅れ位相のノイズ電圧が検出電極10、11に発生する。

【0016】これらのコンデンサ $C_1$ 、 $C_2$ の値は1mm直径の検出電極でも1 $\mu$ Fの程度のオーダーであり、この遅れ位相のノイズ電圧のためゼロ点に変化する。しかもこれ等のインピーダンス成分は不安定であるのでゼロ点が経時的に変化する要因をなす。

【0017】次に、第2のタイプの容量式電磁流量計について説明する。このタイプは測定流体に検出電極が接触することにより生じる電極の汚れに起因するゼロ点変

50

5

動の影響を除去することができる利点はあるが、測定流体と検出電極で形成される小さな容量のコンデンサにより、数MHz～数100MHzの高インピーダンスの入力回路が形成される。このため、励磁コイルから入力回路への静電誘導によるノイズが発生しやすくなる欠点がある。

【0018】第3のタイプの低周波励振形の電磁流量計について説明する。この低周波励振形の電磁流量計は、励磁周波数が低いので、誘導ノイズが低減され、従来に比べて大幅にゼロ点の変動が改良されている。しかし、誘導ノイズの低減によるゼロ点の変動は改良されたが、反面、周波数が低下することにより、別の原因に帰するノイズが発生する。

【0019】その第1は、測定流体が流動することによって測定流体中に低周波の流動電位と呼ばれる電位変動が発生し、特に測定流体が低導電率の場合に顕著に現れる。この電位変動は低周波励振の周波数と近似しているため流量信号の乱れとして出力される。このノイズスペクトラムの実例を図5と図6に示す。

【0020】いずれも横軸は励振周波数を、縦軸はノイズパワーのスペクトラムをそれぞれ示し、図5は検出電極として面電極とした場合で、図6は検出電極として点電極を用いた場合をそれぞれ示している。検出電極の形状によりコーナ周波数が異なるが、1/f特性となっていることがわかる。

【0021】このほかに、例えば測定流体の中に固形物を含むスラリ流体が検出電極に当たることにより発生する低周波のノイズに対する出力の不安定性もある。さらに励磁周波数が低いで流量変化に対する応答性も悪化するという問題が新たに発生している。

【0022】

【課題を解決するための手段】本発明は、以上の各種の課題を解決するための主な構成として、測定流体を流すための絶縁性物質で作られたパイプと、この測定流体に磁場を供給するために配置され基準電位で全体がシールドされた励磁コイルと、測定流体に発生した信号電圧を静電容量を介して検出する検出電極と、この検出電極とは絶縁されこの検出電極を全体的に覆って配置されたガード電極と、先の信号電圧を検出し先のガード電極に先の信号電圧と同電位の電圧を付与する信号検出手段と、2値以上の定常値を持ち繰り返し周期が120ヘルツ以上の励磁電流を先の励磁コイルに供給する励磁手段と、この励磁電流が各定常値に到達する毎に先の信号電圧をサンプリングして流量を演算する演算手段とを具備するようにしたものである。

【0023】

【作 用】測定流体を流すためのパイプは絶縁性物質で作られ、この測定流体に磁場を供給するために配置された励磁コイルは基準電位で全体がシールドされている。

さらに、検出電極は先の測定流体に発生した信号電圧を

6

静電容量を介して検出するが、この検出電極とは絶縁されたガード電極はこの検出電極を全体的に覆って配置されている。

【0024】また、信号検出手段は先の信号電圧を検出し先のガード電極に先の信号電圧と同電位の電圧を付与し、励磁手段は2値以上の定常値を持ち繰り返し周期が120ヘルツ以上の励磁電流を先の励磁コイルに供給する。そして、演算手段はこの励磁電流が各定常値に到達する毎に先の信号電圧をサンプリングして流量を演算する。以上により、測定流体の性質に依存することなくノイズに強くかつ応答も早く安定な容量式電磁流量計が実現できる。

【0025】

【実施例】以下、本発明の実施例について図を用いて説明する。図1は本発明の1実施例の構成を示す構成図である。

【0026】16は測定流体を流すためのパイプであり、このパイプ16はセラミックス或は塩化ビニール樹脂などの絶縁物で作られている。17、18は測定流体の中に発生した信号電圧を検出するための検出電極であり、この検出電極17、18は測定流体とは直流的に絶縁されてパイプ16の外面或いはパイプ管壁内に埋め込み配置されている。

【0027】これ等の検出電極17と18を結ぶ線と直角方向のパイプ16の外面には1対の励磁コイル19、20が配置されている。そして、励磁コイル19、20の外面はいずれも静電シールドが施され、基準電位であるアース電極Gに接続されている。

【0028】また、検出電極17と18の外側には、これらの検出電極17と18の全体を覆うように検出電極17と18とは絶縁を保持してガード電極19、20が配置されている。パイプ16には接液電極Eが設けられてあり、この接液電極Eは測定流体により発生する信号電圧の基準電位を決定するものであり、アース電極Gに接続されている。

【0029】検出電極17と18はそれぞれ高入力インピーダンスを持つプリアンプ21、22の非反転入力端(+)に接続され、その反転入力端(-)はそれぞれガード電極19、20に接続されると共にこれらのプリアンプ21、22の出力端に接続されている。そして、プリアンプ21、22の出力端は差動増幅器23の入力端にそれぞれ接続されている。

【0030】励磁回路24は制御信号Vcを受信して励磁コイル19、20に2値以上の定常値を持つ励磁電流I<sub>12</sub>を供給する。この励磁電流I<sub>12</sub>は商用電源周波数の偶数倍の周波数、例えば200Hzの周波数を有する方形波とされている。

【0031】25はサンプル回路であり、サンプル回路25は励磁電流I<sub>12</sub>が定常値になった状態で制御信号Vsの制御のもとに差動増幅器23の出力信号をサンプリ

50

ングし、サンプル信号Sとしてアナログ/デジタル変換器26に出力する。アナログ/デジタル変換器26はサンプル信号Sをデジタル信号Dに変換してマイクロコンピュータ27に出力する。

【0032】マイクロコンピュータ27はこのデジタル信号Dを用いて、まず同期整流演算を実行し、このあと流量演算を実行して、出力端28に流量信号QSとして出力する。また、このマイクロコンピュータ27は励磁回路24に励磁電流 $I_{12}$ を制御する制御信号Vcを送出すると共にサンプル回路25にも信号をサンプリングするタイミングを与える制御信号Vsを出力する。このデジタル信号Dは商用電源周波数の偶数倍の周波数成分を有しており、これに対して同期整流演算を実行することにより商用電源から混入するノイズを演算により除去することができる。

【0033】次に、以上のように構成された実施例の動作について説明する。マイクロコンピュータ27の制御のもとに励磁回路24から商用電源周波数の偶数倍の周波数を持つ方形波の励磁電流 $I_{12}$ が励磁コイル19、20に流されると、この励磁電流 $I_{12}$ と同一の周波数の方形波状の磁束が測定流体中に印加される。

【0034】ここで、測定流体が絶縁性のパイプ16の中に流れると検出電極17、18に対応するパイプ16の内面に方形波状で商用周波数より高い周波数の信号電圧が発生する。この信号電圧は絶縁性のパイプ16で形成されるコンデンサを介して検出電極17、18で検出される。

【0035】したがって、検出された信号電圧は高入力インピーダンスを持つプリアンプ21、22で受信されここでインピーダンス変換されて差動増幅器23に出力される。この際、プリアンプ21、22の出力端から低インピーダンスでガード電極19、20に信号電圧と同一の電圧がドライブされる。

【0036】このため、検出電極17、18とガード電極19、20との間などに形成される静電容量による信号電圧の低下が防止される。差動増幅器23の出力はサンプル回路25で励磁電流が定常値に達したときにサンプリングされ、アナログ/デジタル変換器26でデジタル信号とされてマイクロコンピュータ27で信号処理される。

【0037】このような実施例によれば、従来の電磁流量計では得られない各種の利点が生じる。以下、これについて説明する。検出電極17、18と測定流体間に形成されるコンデンサの容量は、パイプ16の厚さ、検出電極17、18の大きさなどにより異なるが、数pF〜100pF程度の値となり、低周波励振を行った場合にはかなりの高インピーダンスとなるが、本実施例のように商用周波数より高い周波数で励振することにより、そのインピーダンスを大幅に低下させることができる。

【0038】このため、容量形電磁流量計として構成し

ても、比較的低いインピーダンス回路として信号処理をすることができるので、信号処理が容易であり、外部から混入するノイズの影響を受けにくくすることができる。さらに、渦電流 $i_1$ による電極インピーダンスの充放電の大きさ、時定数も十分に小さく改善され、渦電流 $i_1$ によるゼロ点変動の原因も除去される。また、励磁コイル19、20はその周囲が静電シールドされ、基準電位に固定されているので、励磁電圧による信号回路へのノイズの影響はない。

【0039】さらに、検出電極が測定液に接触しない構成なので、測定流体の中に流れる渦電流の影響を受けず、このためゼロ点の変動に影響を与えることはない。低周波励振の場合は、流動電位と呼ばれる電位変動が図5、図6に示すように発生し、流量信号のずれとして出力されるが、このノイズはほぼ100Hzの周波数をコーナ周波数として、これより低い周波数では増加する傾向を示す。

【0040】しかし、本実施例によれば励振周波数を商用周波数の偶数倍にしてあるので、この流動電位に基づく出力変動の影響を実質的に受けない利点がある。パイプ16として金属性のパイプを用いると、この中に流れる渦電流回路のインダクタンスにより減衰時定数が大きくなり、100Hz程度以上に励振周波数を上げることではできないが、本実施例の場合は絶縁性のパイプ16を用いる構成なので、これよりも高い周波数で励振することができる。

【0041】さらに、マイクロコンピュータ27は商用周波数の偶数倍の周波数をもつ信号電圧に対して同期整流演算を実行するので、商用周波ノイズの影響を演算により除去することができる。

【0042】なお、以上の説明ではマイクロコンピュータを用いてソフト的に同期整流演算を実行したが、これに限ることなくデスクリートな回路素子を用いて同期整流を行っても良いことはもちろんである。

【0043】【発明の効果】以上、実施例と共に具体的に説明したように本発明によれば、請求項に記載した構成により、従来ゼロ点が不安定とされていた高周波励振の欠点を除去しノイズ対信号比がよく、しかも応答性の良い容量式電磁流量計を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の1実施例の構成を示す構成図である。

【図2】従来の電磁流量計の検出部の構成を示す説明図である。

【図3】従来の電磁流量計の欠点を説明する波形図である。

【図4】従来の電磁流量計の欠点を説明する説明図である。

【図5】流動電位の周波数特性を示す第1の特性図である。

【図6】流動電位の周波数特性を示す第2の特性図である。

【図7】流動電位の周波数特性を示す第3の特性図である。

【図8】流動電位の周波数特性を示す第4の特性図である。

【図9】流動電位の周波数特性を示す第5の特性図である。

【図10】流動電位の周波数特性を示す第6の特性図である。

【図11】流動電位の周波数特性を示す第7の特性図である。

【図12】流動電位の周波数特性を示す第8の特性図である。

【図13】流動電位の周波数特性を示す第9の特性図である。

【図14】流動電位の周波数特性を示す第10の特性図である。

【図6】流動電位の周波数特性を示す第2の特性図である。

【符号の説明】

- 10、11、17、18 検出電極  
12 ライニング  
13 パイプ  
14、15、16 励磁コイル

\* 19、20 ガード電極

21、22 プリアンプ

23 差動増幅器

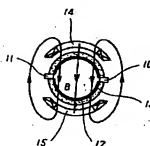
24 励磁回路

25 サンプル回路

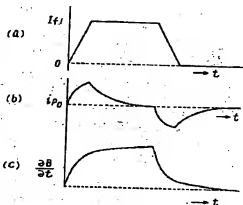
27 マイクロコンピュータ

\*

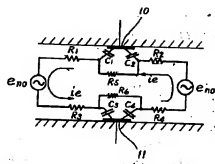
【図2】



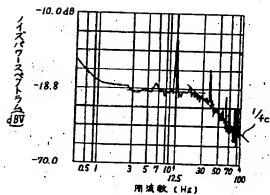
【図3】



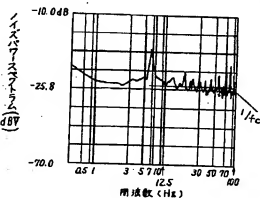
【図4】



【図5】



【図6】







フロントページの続き

(72)発明者 松永 義則  
東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横  
河電機株式会社内

(56)参考文献 特開 平2-99829 (J P, A)

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>6</sup>, DB名)

G01F 1/58

G01F 1/60